

무선장치를 이용한 이동 로봇의 경로탐색 알고리즘

김학수^o, 조진성
경희대학교 컴퓨터공학과
pradise@khu.ac.kr , chojs@khu.ac.kr

Mobile Robot Navigation algorithm using a Wireless Device

Hak Soo KIM^o, Jinsung Cho
Dept. of Computer Engineering
Kyung Hee Univ.

요 약

로봇공학은 한 로봇만이 아닌 여러 로봇과 장치들이 협력, 협동을 통하여 한계 이상의 일을 처리하는 형태로 발전하고 있다. 이러한 협력과 협동을 위해서는 정보 및 명령을 주고받는 통신능력과 위치 이동을 위한 위치인식능력이 필요하다. 본 연구는 이러한 많은 수의 로봇으로 이루어진 Networked Robots 시스템에서 발생한 정보를 처리하고, 명령을 내리는 분산 시스템을 제안한다. 발생된 이벤트 처리와 이를 위해 필요한 위치인식, 경로탐색을 신호세기를 이용하여 해결한다. 제안한 시스템은 추가적인 장비 없이 기본적인 무선통신 장비만으로 작동이 가능하며, 최단거리를 위해 실제 거리를 경로설정에 이용하였으며 최소 이동시간과 사람 및 통신장비가 없는 장치들을 위해 충돌방지를 고려하였다. 제안된 기법은 다양한 Networked Robots 응용에 사용이 가능하다.

1. 서 론

현재 로봇을 이용한 응용은 빠르게 발전하고 있고, 이러한 로봇공학은 한 개의 로봇이 아닌 여러 로봇이 협력, 협동을 통해 각 로봇의 한계 이상의 일을 할 수 있다. 또한 협력, 협동함으로써 다양한 응용에 유연한 일의 처리가 가능하다. 이러한 여러 로봇들이 효과적으로 일을 처리하기 위해서는 정보 교환을 위한 통신 능력과 원하는 위치까지의 경로 설정과 이동능력이 필요하다.

통신을 이용한 로봇 시스템은 인터넷을 통한 로봇의 개발을 통하여 센서네트워크에서 확장된 개념을 통해 유비쿼터스 시스템을 지나 현재 통신을 통해 협력, 협동하는 로봇 시스템의 형태인 Networked Robots으로 발전하였다. 이는 로봇끼리의 통신뿐만 아니라 센서 혹은 다른 장치와 통신할 수 있고, 기존의 통신망을 이용 할 수 있다.

이러한 Networked Robots 시스템은 통신을 통하여 정보를 주고받아 정보의 처리를 통하여 명령을 내리게 되며, 유선 통신을 이용하는 경우와 달리 무선 통신을 이용함으로써 자유로운 이동이 가능하다.

주어진 일의 처리를 위해 이동능력과 위치인식 능력이 필요하다. 현재 GPS, 초음파를 이용한 거리측정, 신호세기를 이용한 거리 측정 등의 많은 기술이 개발되었다. 일반적인 위치인식 기술은 추가적인 장치가 필요하며 사용이 불가능한 음영지역이 있거나, 로봇 장치 추가 외의 환경에 위치측정을 위한 장치추가가 미리 되어야 하는 문제점을 가지고 있다. 그래서 본 논문에서는 추가적인 장비 없이 Networked Robots이 이미 가지고 있는 통신능력을 활용하

여 신호세기를 이용한 위치측정을 이용하여 실제 경로를 설정하고, 충돌 방지와 혼잡제어를 통하여 많은 수의 로봇으로 이루어진 Networked Robots 시스템에서 최단거리와 최저 지연시간에 만족하여 목적지까지 이동하는 방식을 제안한다.

본 논문에서는 2장에서 Networked Robots의 정의 및 요구사항과 현재 다양한 위치인식 기술에 대해 요구조건 및 특징과 자율 로봇의 이동에 관하여 알아본 후, 3장에서는 중앙 집중적인 형태가 아닌 로봇으로 이루어진 Distributed 시스템을 제안하고, 시스템에서의 정보처리와 명령을 통한 로봇의 동작에 대해 알아본다. 4장에서는 로봇의 이동을 위해 신호 세기만을 이용한 위치인식 기술로 목적지까지 실제경로의 설정과정과 한 개의 로봇만이 아닌 여러 로봇과 장치들로 이루어진 복잡한 환경에서 로봇이 효율적으로 이동하기 위한 방법을 알아본다.

2. 관련연구

2.1 Networked Robots

Networked Robots (N·R)[1]이란 네트워크를 통하여 여러 로봇과 센서 및 다른 컴퓨팅장치, 사람과 협력, 협동하는 로봇을 말한다. 다양한 유·무선통신 프로토콜이 사용 가능하고 이러한 통신을 통하여 협력, 협동하여 주어진 일의 처리가 가능하다.

기존의 로봇 시스템은 한 개의 로봇의 한계를 가지고 있다. 하지만 N·R은 여러 로봇이 통신을 통하여 협력, 협동하기 때문에 로봇 한 개가 가지는 한계 이상의 일 처리가 가능하고, 더 높은 유연성과 확장성과 안정성을 가진다. 또한 한 개의 로봇에 큰 능력이 필요한 일을 그 보다는 능력이 조금 떨어지지만 협력을 통하여 처리할 수 있으므로 더

^o이 논문은 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단 지원(No. R01-2008-000-20029-0)과 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터지원사업(ITA-2009-(C1090-0902-0002))의 연구결과로 수행된 연구임."

작고, 낮은 가격의 로봇으로 같은 일을 처리 할 수 있다.

N·R은 크게 두 분류로 나누어 생각 할 수 있다.

2.1.1 Tele-operated

로봇은 통신을 통하여 다른 장치 및 로봇에게 받은 정보 및 명령과 사람으로부터 주어진 명령을 받아 동작한다. 로봇이 자신의 정보만을 이용하는 것이 아니라, 주위의 정보 및 명령을 이용함으로써 효과적인 일의 처리와 협동, 협력이 가능하다.

2.1.2 Autonomous

네트워크로부터 얻은 정보를 이용하여 로봇은 자율적으로 자신의 역할을 수행하게 된다. 기존의 로봇은 연산능력은 없이 주어진 명령만 수행 하게 된다. 하지만 N·R은 주어진 정보를 처리하여 스스로 적합한 자신의 역할을 수행한다.

2.1.3 Unique Constraints and Challenges

N·R은 로봇공학에 통신이 결합된 형태로, 지속적인 에너지의 공급이 불가능 할 수 있으며, 정보처리 및 명령을 수행 하기 위한 계산능력, 저장능력이 필요하다. 그리고 통신장비와 이에 적합한 통신프로토콜과 이동, 동작을 하기 위한 동력장치가 필요하다. 추가적으로 센서와 구동 이외의 동작을 하는 동력장치가 사용 가능하다.

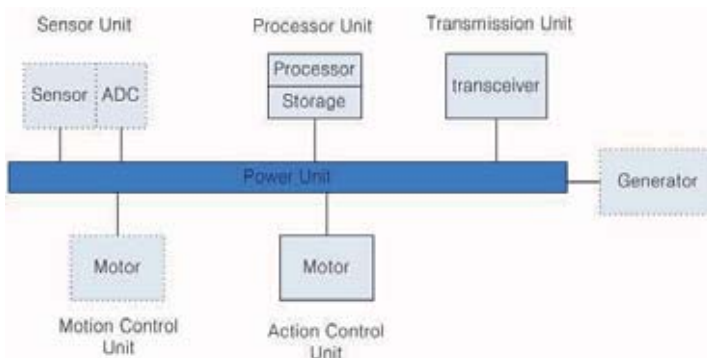


그림 1. Networked robots 의 로봇 구성

현재 산업현장, 방위산업등에서 다양한 응용이 개발되고 있다. N·R은 다양한 로봇과 센서와 컴퓨팅 장치로 이루어진 시스템이기 때문에 개발하기 위해서는 다음과 같은 선행되어야 할 과제가 있다.

첫 번째로, 협력과 협동을 하기 위한 역할 분담과 협력 계획을 수립하여야 한다. 두 번째로, 로봇이 이동하는 경우 다른 환경을 가지게 되므로 유연한 네트워크 환경을 필요 하다. 세 번째로, 위와 같은 고정된 형태의 로봇이 아니라 먼 목적지까지 이동을 위해 위치인식능력이 필요하다. 네 번째로, 로봇은 스스로 행동하는 자율성이 필요하며 마지막으로 사람이 N·R의 일부분이 될 수 있도록 사람과 로봇의 협동 및 협력이 필요하다.

2.1.4 Applications of N·R

- Intelligent bulidings에서 보안

센서나 로봇을 통하여 위협이 되는 상황을 파악할 수 있

고, 그 상황에 맞는 반응을 로봇을 통하여 할 수 있다.

- 노인을 위한 하인 로봇

집이나 요양시설에서 N·R은 신체의 불편함을 해결하기 위한 물리적인 일을 대신 할 수 있으며, 기반 시설과 통신하여 긴급 상황 인지 및 대처를 할 수 있다.

- 넓은 지역의 환경 모니터링 [10]

기존의 센서네트워크는 고정된 위치에서의 정보를 얻거나 소수의 Actuator로 이루어진 형태로, 넓은 지역의 모니터링에는 한계를 가지고 있다. 하지만 이동이 가능한 여러 로봇을 이용하여 자율적으로 배치, 재구성, 수리능력 통하여 넓은 지역의 모니터링이 가능하다.

- 탐색과 구조작업 [9]

이미 많은 로봇이 작은 공간 혹은 위험한 지역의 탐색과 구조작업에 사용되고 있으며 통신을 통한 협동, 협력을 통하여 긴급하고 위험한 일을 처리할 수 있다.

- 무인 창고 [6]

로봇 스스로 물건이 배치되어야 할 장소를 계산 및 명령하여 원하는 위치로 물건을 이동 시킬 수 있다.

2.2 Location awareness

자신의 위치 정보를 얻는 방법은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫째 자신이 이동한 거리를 측정하는 방법이다. 바퀴가 굴러간 횟수, 걸음 거리 수를 통해 계산하는 방법이다. 거리가 멀어짐과 속도가 올라감에 따라 오차가 커지는 단점을 가지고 있다. 두 번째 방법은 위치인식을 위한 센서를 이용한 방식이다. 영역의 크기에 따라 Macro, Micro, Ad-hoc 위치인식. 그리고 영상처리를 통한 위치인식으로 나눌 수 있다.

2.2.1 Macro local awareness

가장 광범위한 위치인식 영역을 제공하며, 일반적으로 GPS, 이동통신망 기반 위치인식 시스템이 활용된다. GPS의 경우 지구 어디에서나 작동이 가능한 장점을 가지고 있지만, 일반적인 모듈의 경우 1m보다 작은 정확한 위치인식이 불가능하며 음영지역에서 사용할 수 없는 단점을 가지고 있다. 이동통신망 기반 위치인식 또한 간섭에 의한 정확한 위치인식의 한계를 가지고 있다.

2.2.2 Micro local awareness

실내와 같은 음영지역에서도 사용이 가능하며 비교적 정확한 위치인식이 가능하다. 그래서 많은 유비쿼터스 응용의 개발에 사용된다. 이미 많은 응용의 개발이 되었으며 적외선을 이용한 Xerox의 Active Badge, 초음파와 RF를 이용한 MIT의 Cricket, WLAN 신호세기를 이용한 MS의 RADAR, UWB신호를 이용한 Ubisense의 Ubisense가 대표적인 응용이다. 또한 신호세기를 이용한 위치인식은 802.15.4a에서 10cm내외의 오차 위치인식 PHY층 연구가 되고 있다.

2.2.3 Ad-hoc local awareness

임시로 구성되는 ad-hoc, sensor network에서의 위치인식을 위한 기술로 WSN에서는 자신의 위치정보와 센싱 정보를 함께 전송함으로써 정보의 가치를 높일 수 있고, 위치를 기반으로 효과적인 라우팅을 할 수 있다. 이러한

Ad-hoc, sensor network의 경우 장비의 추가에 제약이 있다. 그래서 일반적으로 신호세기를 이용한 삼각측량법을 사용한다.

기반시설 없이 이동 노드만으로 구성하여 네트워크의 독립성과 확장성을 높일 수 있으나, 노드간 참여와 이탈로 네트워크를 유지하고 관리하기가 어려운 단점도 가지고 있다.

위에서 알아본 세 가지 방법은 대부분 삼각측량 기술을 이용하는 공통점을 가지고 있다. Macro, Mirco 기술은 절대적인 비교 대상점을 가지고 있으나, ad-hoc기술은 이동 노드간 상대적인 비교이기 때문에 절대적인 위치를 알기 힘들다. 또한 대부분의 ad-hoc장비는 배터리로 동작하며 높은 가격의 장비로 이루어지기 힘들기 때문에 추가적인 GPS와 같은 절대위치를 알 수 있는 장치를 이용하기 힘들다.

방식	장점	단점	추가사항
GPS	지구 어느지역에서나 사용가능	음영지역 사용불가능, 추가적 장비 필요	삼각측량
이동통신기반 위치인식	추가적 기능 및 장치 필요하지 않음	동기를 위한 타이밍 유닛필요, 신호감쇠로 인한 오차	도달시간, 입사각값 이용
적외선 (Active badge)	구성간단, 저렴함	사용자 증가에 대한 충돌발생, 확장 어려움, 정확한 위치인식 힘들	적외선 센서이용 badge의 인식번호 파악
초음파 (Active bat, Cricket)	정확한 위치인식	위치인식을 위한 초음파 송수신장치 필요	삼각측량
신호세기 (RADAR)	추가적 장비 필요하지 않음	소형기기의 경우 배터리의 제한을 받음, 기존의 WLAN 망과 간섭 가능	신호세기와 잡음비를 이용한 삼각측량
UWB 신호 (Ubisense)	UWB의 기본적인 특징인 낮은 전력소모, 고속의 데이터 전송을 가지며 투과성이 좋음	큰 대역폭 사용, 아직 군사용	
Ad-hoc local awareness	배치된 통신노드 활용, 추가장치 필요하지 않음	절대적 위치 알 수 없음. 통신노드의 배치에 영향을 받음. 간섭에 의한 신호세기의 변화	

표 1. 위치인식기술의 특징

2.2.4 Image processing

카메라를 이용하여 촬영되는 이미지 분석을 통해 위치인

식을 하는 기법이다. 특징이 되는 장소 및 위치에 기반하여 시간적 공간적 차이를 이미지 처리를 통해 판단한다. 특정 환경을 미리 알고 있어야 하며 다른 두지역이 같은 지역으로 인식될 수 있는 단점을 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 한 개 이상의 카메라를 이용하는 방법이 개발되고 있으며 거리 외의 많은 정보를 알 수 있는 장점을 가지고 있다. 구현 예로는 MS의 Easy Living(3차원 카메라 이용)이 있다.

2.2.5 Triangulation

삼각측량기술은 위치를 추정하는데 가장 보편적으로 사용되는 방법이다. 2차원 평면에서 개체의 위치를 추정하기 위해서는 최소 3개 이상의 기준점이 필요하다.

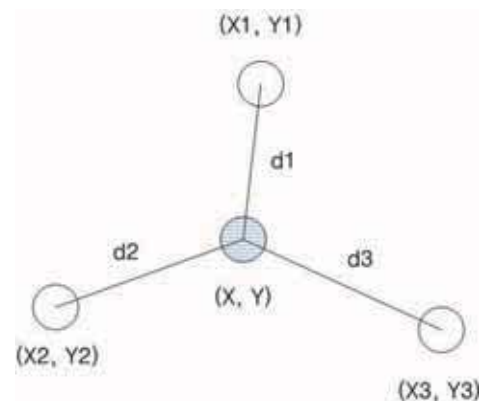


그림 2. 삼각측량법

그림 2. 에서 각 기준점 사이의 거리는 피타고라스 정리에 의해 간단히 계산될 수 있다.

$$d_1^2 = (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2$$

$$d_2^2 = (x - x_2)^2 + (y - y_2)^2$$

$$d_3^2 = (x - x_3)^2 + (y - y_3)^2$$

식 1. 삼각측량법

신호세기를 이용하여 d_1, d_2, d_3 의 값을 알 수 있기 때문에 이를 이용하여 (x, y) 값을 계산 할 수 있다.

2.2.6 Friis formula[2]

신호세기를 이용한 삼각측량법을 이용하기 위해 수신 신호세기를 이용하는 경우 거리측정법은 다음과 같다.

$$L = 20 \log_{10} \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right) [dB]$$

식 2. Friis 공식

λ 는 전파의 파장을 나타내며 거리 d 와 같은 단위를 사용해야 한다. 식. 을 두 지점사이 d 에 대해 나타내면 식. 과 같다. c 는 전파속도, f 는 주파수를 나타낸다.

$$d = \frac{\lambda}{4\pi} \cdot 10^{\frac{L}{20}} = \frac{c}{4\pi f} \cdot 10^{\frac{L}{20}}$$

식 3. 두지점사이의 거리

2.3 Robot Navigation

로봇이 목적지까지 이동하기 위해서는 세 가지 단계가 필요하다. 첫째 전체적, 지역적인 지도를 작성한다. 둘째 자신의 위치인식을 한다. 셋째 경로 설정을 한다.

기존의 연구들은 로봇의 이동을 위해 동시 위치지정 및 지도 작성(SLAM: Simultaneous Localization And Mapping)을 이용한다. 이 방법은 이동 로봇이 자신의 위치를 추적하는 동안 국부적인 주변 지역에 대한 지도를 제작하는 것이다. 또한 다중 로봇이 서로 지도 정보를 공유하여 하나의 전체 지도로 결합하는 지도 통합(map merging)을 위한 알고리즘이 개발되었다. 가상의 지도를 쉽게 만드는 것에 비해 로봇이 SLAM을 수행 하기 위해서는 많은 계산과 시간이 소모된다. 이러한 단점을 극복하기 위해 지도 작성을 학습에 의한 어렵짐작을 사용하는 방안도 개발 되고 있다.

하지만 N·R은 통신을 통해 목적지와 자신의 상대, 절대적 위치를 신호세기를 통한 Ad-hoc local awareness 방식으로 알 수 있어 전체의 지도 제작이 필요하지 않으며, Data Routing형식에 기반 하여 경로를 설정할 수 있다.

3. N·R 시스템 구성

3.1 Event and Progress

Networked Robots 시스템은 센서 네트워크와 같이 에너지와 계산능력의 제약이 크지 않다. 정보 처리 및 명령을 내릴 수 있는 계산, 통신능력을 가지고 있기 때문에 N·R으로 구성된 시스템은 정보가 Centralized하게 Server에서 처리되어 다시 명령을 내리는 형태가 아니라, Source에서 가까운 로봇이 이를 처리하고 명령을 내리는 Distributed 시스템으로 동작한다. 정보의 처리 및 필요한 로봇 및 장비에게 명령은 다음 그림 3. 과 같은 형태로 이루어진다.

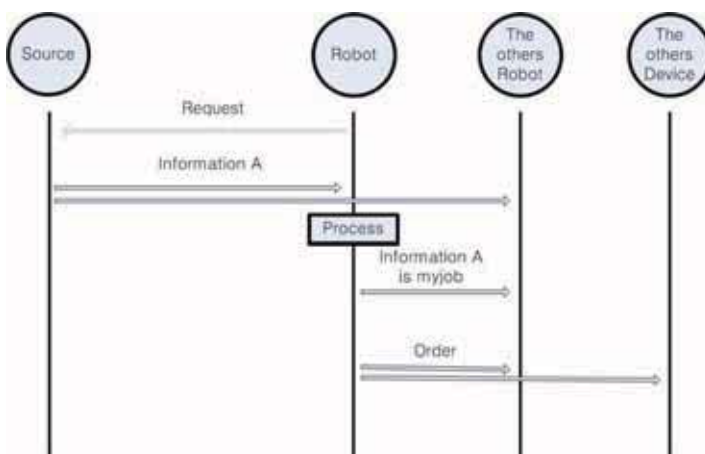


그림 3. N·R의 정보 처리 및 명령

정보는 로봇으로부터 요청되어 받을 수 있고, 다른 센서 및 로봇이 전송 할 수 있다. 그림 3. 과 같이 정보는 한 로봇이 처리 하며 중복 처리를 막고 병렬적인 계산이 필요한 경우를 위해 다른 로봇에게 계산된 결과 정보를 전송한다. 그 후 필요 로봇 및 장비에게 명령을 내리기 위해 필요 메

세지를 Broadcast한다.

로봇은 사용자의 명령 혹은 정보의 처리를 통해 수행해야 할 일이 결정되는 경우에 동작을 시작하게 된다. 사람 혹은 다른 로봇으로부터 명령을 받는 경우에는 바로 동작을 시작하게 되지만, 정보의 경우에는 어떠한 장비가 얼마나, 어디서 필요한지 정보의 처리를 통하여 결정하게 된다.

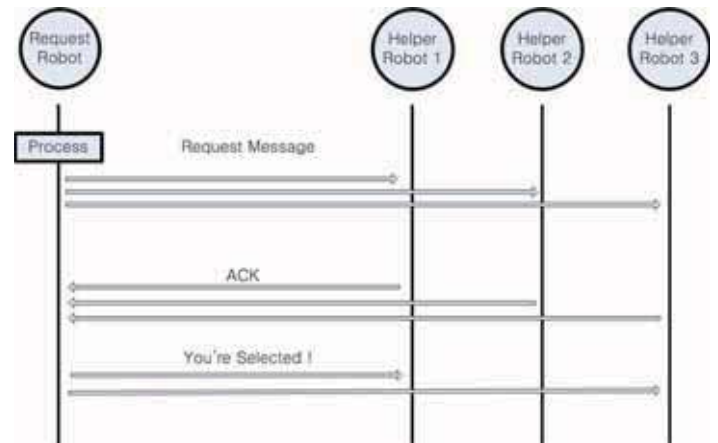


그림 4. N·R의 정보 처리 및 명령

그림 4. 과 같이 로봇은 정보의 처리를 통하여 자신으로부터 가까운 필요한 로봇 및 장비만을 골라 이를 통해 일을 처리한다. 현재 로봇 자신으로부터 어떤 로봇과 장비가 있는지 알 수 없으므로, 요청 메시지를 Broadcast한 후 이에 적합한 장치는 응답 메시지를 보내게 된다. 응답메세지 중 가까운 필요 장비에게 선택되었음을 알려 전체적인 일의 시작을 하게 된다.

4. 제안하는 이동방법

로봇이 목적지까지 이동하기 위해서는 지도의 작성, 위치 파악, 경로설정의 세 단계로 동작한다. 제안된 Networked Robots 시스템은 통신을 통하여 상대적인 지도의 작성 및 목적지 노드와 자신의 위치를 알고 있으므로, 목적지를 찾아 이동하기 위해서는 경로의 설정이 필요하다.

4.1 Real path selection

위치인식을 통하여 Event가 일어나는 장소와 현재 자신의 위치를 알 수 있으며, Data Routing방식과 비슷한 방식으로 메시지를 Broadcast 후 돌아오는 정보를 이용하여 목적지까지 경로를 설정 할 수 있다.

4.1.1 Real shortest path

Data Routing을 이용한 경로는 가장 작은 홑 수, 가장 짧은 전송 시간등을 기준으로 하기 때문에 실제 거리와 차이가 있을 수 있다. 따라서 실제 거리가 가장 짧은 경로를 설정하기 위해서는 다른 방법이 필요하다. 로봇은 이동 노드로써 망의 변화가 크게 일어나므로 본 논문에서는 Reactive 방식(On-Demand)인 AODV 에 기반하여 동작한다. 차이점은 RREQ Message에 홑간 거리정보를 넣어 목적지에서 실제 가장 짧은 가능한 경로로 RREP를 보내게 된다. 위치인식에 사용되는 거리정보를 RREQ에

누적 추가함으로써 전송속도, 지연시간의 차이에 인하여 경로가 다르게 설정되는 Data Routing 기법과 달리 실제 경로의 길이를 사용하여 경로가 설정할 수 있다. 그래서 항상 최단거리를 찾을 수 있게 된다. 기존의 ad-hoc 위치 인식 기술을 이용한 이동은 고정된 형태 혹은 같은 거리로 배치된 노드와의 통신을 이용한다.[3, 6] 제안된 방법을 이용하면 이동 노드간 거리가 일정하지 않은 경우에도 효과적인 경로설정이 가능하다. 또한 몇 개의 로봇이 절대적인 위치를 알 수 있는 장치를 가지고 있는 경우 신호세기를 이용한 거리측정법을 이용하여 나머지 로봇 및 장치들도 자신의 절대 위치를 알 수 있게 된다. 제안된 방식의 RREQ 메시지는 그림 5와 같다. 그림 6에서는 Broadcast된 RREQ를 통해 누적 거리정보가 목적지에 도달하게 되며 이를 통해 가장 짧은 경로가 선택되게 된다.

Unique RREQ ID	Destination Address & Sequence number	Source Address & Sequence number	Speed of Robot
Cumulative effects Of distance	Cumulative effects Of hop counts	Cumulative effects Of each hops complication	Life time

그림 5. Real shortest path RREQ message

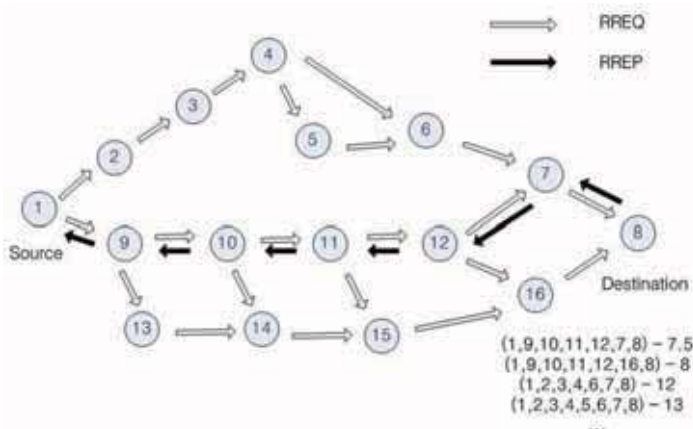


그림 6. Real Shortest Path 설정

4.2. Collision avoidance

중앙에서 모든 정보를 바탕으로 명령을 내리는 Centralized 방식과 달리 Distributed 방식은 여러 로봇과 장치 그리고 사람이 함께하는 시스템이다. 그래서 병목 지점과 사람 및 직접 통신에 참여하지 않는 장비들 간의 충돌 방지가 필요하다. 또한 실제 거리가 가장 짧은 경로를 설정하더라도 장애물이 있거나, 병목지점의 경우 충돌 확률이 높아짐과 동시에 도착시간의 지연이 생기게 된다. 위와같은 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 혼잡 지점을 회피하는 방법을 제안한다. 또한 매우 짧은 시간내에 전송되는 Data와 달리 로봇은 상대적으로 긴 이동 시간이 필요하다. 그래서 이동시간으로 인해 망의 변화에 적합한 방식이 필요하다.

4.2.1 Avoid crowded way

혼잡한 경로를 이용하는 경우, 로봇간의 충돌 가능성이 높아지며, 이동 시간이 늘어나게 된다. 그래서 전역 경로의 설정시 우회 경로를 설정하고, 환경 변화에 따라 지역적으로 최선의 선택을 하게 된다.

각 경로 로봇들은 망의 변화로 인하여 경로가 설정되었으나 오랜 시간 경로를 통과하지 않는 경우나 local repair를 통한 경로 재설정의 경우 경로 로봇은 기존의 경로를 폐기하고 복잡도를 낮추게 된다.

4.2.1.1 Global path planning

전역경로의 설정은 시작 지점에서 목적지까지 경로를 설정하는 것이다. Real shortest path 방법을 이용하며 각 이동노드는 RREQ message에 현재 노드의 혼잡도 정보를 다음 홉간 거리와 함께 누적 저장하여 목적지로 보낸 후 이 정보를 기반으로 RREP를 반송하게 된다.

경로 설정시 이미 많은 경로가 중첩된 병목지점을 피하기 위한 방법으로 다중 경로가 있을 경우 실제 이동거리가 크지 않은 혼잡하지 않은 경로를 설정 함으로써 충돌방지 및 도착 지연시간을 줄일 수 있다.

4.2.1.1.1 Virtual complication problem

경로가 설정된 후 로봇의 이동 시간만큼 경로에 있는 로봇은 자신의 범위에 없지만 경로를 설정한 로봇으로 인해 가상의 혼잡도가 생기게 되는 문제를 가지게 된다. 이를 해결하기 위해 이동 로봇은 RREQ message에 자신의 이동속도 정보를 넣고, 경로 로봇은 이 정보를 통해 자신을 경로로 가진 이동노드가 자신의 범위안에 들어오는 시간을 계산하여 복잡도를 가지게 된다.

4.2.1.2 Local path planning

지역 경로의 설정은 전역경로의 설정으로 이동하는 도중 생기는 문제를 풀기 위한 방법이다. 망의 변화가 심할 수 있는 N·R의 특성과 Data의 전송과 달리 실제 이동시간이 매우 짧지 않은 특성 때문에 이동중 경로의 상태가 변하거나 손실 될 수 있다. 또한 사람 및 통신장비가 없거나, 다른 PHY를 사용하는 장비와의 충돌 문제를 해결하기 위해 지역적으로 손실 된 부분 및 돌발 상황의 해결법이 필요하다.

경로가 손실되는 경우의 해결은 AODV의 Local repair 방식을 이용한다. 사람 혹은 다른 장치와의 충돌은 통신 장치만으로는 해결이 불가능하다. 그래서 다른 센서를 사용하며(충돌감지, 거리감지) 경로의 다음 홉으로 이동이 불가능 할 경우 지역적인 경로의 재탐색을 시작한다.

같은 경로를 통과하여 이동하는 로봇간의 충돌회피는 자신 외의 로봇의 움직임을 알 수 없으므로 게임이론을 이용하여 각자 최선의 선택을 통해 최단거리로 이동하는 방식을 사용한다.

4.2.2 Priority-based Path selection

많은 수의 N·R으로 구성된 상황에서 로봇은 우선순위에 기반한 목적지까지 전역 경로를 설정한다. 복잡도가 높은 노드를 통과할 때 그림 7과 같이 Local repair를 통해 우선순위가 높은 로봇을 먼저 이동시킨다.

전역경로를 설정할 때 복잡도가 높은 경로가 최단 거리인 경우, 복잡도가 높은 노드를 경로로 가지고 있는 로봇중 가장 낮은 우선순위를 가지고 있는 로봇부터 필요한 특정 수 만큼 Local repair를 시켜 경로를 바꾸도록 한다.

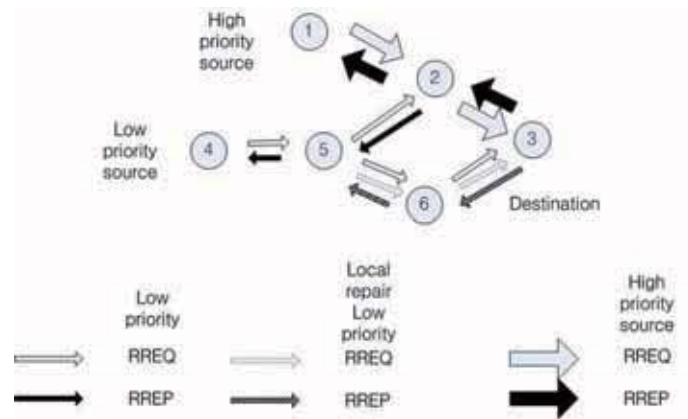


그림 7. 우선순위 기반 경로 설정

5. 결론

본 논문은 로봇의 협력, 협동을 통하여 효과적인 일 처리를 하는 Networked Robots 시스템을 제안 한다. 추가적인 위치추적을 위한 장치 없이 통신장치를 이용하여 이동 로봇의 목적지까지 이동을 위한 방법을 제안한다.

많은 로봇과 장치로 이루어진 분산 환경에서 발생한 정보의 전송, 처리 및 명령을 내리는 Networked Robots 시스템을 제안하였다. 또한 N·R이 가지고 있는 통신장치를 이용하여 위치인식을 함으로써 장치의 소형화와 저가의 로봇으로 구성될 수 있다. 로봇을 이동 Router로 사용함으로써 기반시설 없이 넓은 환경에서 작동할 수 있는 장점을 가지고 있다.[4] 기존의 Robot Navigation 연구는 위치인식을 통한 자신의 위치를 통해 전체 지도에서의 목적지를 찾아가는 방법[5], 배치된 바코드 영상처리 통한 위치인식 및 경로 이동[6], 일정한 형태와 같은 거리로 배치된 노드와의 신호세기를 이용한 위치측정법이 사용되었다.[7,8,11,12] 하지만 본 논문은 많은 이동노드가 실제 목적지까지 이동하기 위하여 절대적 주소를 필요하지 않으며, 시스템을 구성하는 로봇만으로 목적지까지 이동하게 된다. 또한 적은 수의 로봇이 절대 주소를 알 수 있는 장치를 통하여 모든 장치와 로봇이 자신의 절대 위치를 알 수 있는 장점이 있다. 경로의 설정은 Data Routing을 기반으로 한다. 망의 변화가 큰 이동로봇으로 구성된 시스템의 특징을 전제로 이동에 발생 할 수 있는 충돌과 처리되는 일의 우선순위를 고려하여 로봇이 최단 거리를 최단 이동시간내에 이동하는 방법을 제안하였다.

추후 연구로 성능 분석을 위해 제안된 방법의 이동 방법과 다른 위치인식을 사용하는 방법과의 성능분석, 같은 신호세기 기반에서 충돌 회피와 복잡도, 우선순위를 통한 이동경로 길이, 이동시간의 단축 그리고 우선순위를 통한 긴급 로봇의 이동시간 보장에 관한 성능분석을 할 계획이다.

참고문헌

- [1] Vijay Kumar, George Bekey, Arthur Sanderson, "Networked Robots"
- [2] H. T. Friis, "A Note on a Simple Transmission Formula," Proc. IRE, Vol 34, no 5, pp.254-256, May 1946.
- [3] Timoteo Idica Jr, Akihisa Ohya, "Target User Localization for a Service Robot Using Wireless LAN" in SICE Annual Conference 2007
- [4] Onur Tekdas, Volkan Iser, "Robotic Routers" in IEEE International Conference on Robotics and Automation 2008
- [5] Stephen Se, David Lowe Jim Little, "Mobile Robot Localization and Mapping with Uncertainty using Scale-Invariant Visual Landmarks" in The international journal of Robotics Research vol. 21, No.8 2002 pp.735 - 758
- [6] Kiva Systems (<http://www.kivasystems.com>)
- [7] Maxim A. Batalin, Gaurav S. Sukhatme, "Mobile Robot Navigation using a Sensor Network" in IEEE International Conference on Robotics and Automation 2004 pp.636-642
- [8] Keith Kotay, Ron Peterson, Daniela Rus, "Experiments with Robots and Sensor Networks for Mapping and Navigation"
- [9] Joshua Reich, Elizabeth Sklar, "Robot-Sensor Networks for search and Rescue"
- [10] A.K.Gupta, S.Sekhar, D.P.Agrawal, "Efficient Event Detection by Collaborative Sensor and Mobile Robots"
- [11] Peter Corke, Ron Petersin, Daniela Rus, "Location and Navigation Assisted by Networked Xoooperating Sensors and Robots"
- [12] Neal Patwari, Alfred O.Hero, Matt Perkins, Neiyer S.Correal, Robert J.O'Dea, "Relative Location Estimation in Wireless Sensor Networks" in IEEE Transaction on signal processing 2008